PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 31. 5. Mai 1900. 1. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
E. Dorn, Über das elektrische Verhalten der Radiumstrahlen im elektrischen Felde. S. 337.
E. Merritt u. O. M. Stewart, Über photoelektrische Kathodenstrahlen. S. 338.
Th. Tommasina, Über Metallkrystallisation, hervorgerufen durch die elektrische Überführung gewisser Metalle in destilliertem Wasser. S. 340.
Th. Tommasina, Über die Selbstentfrittung der Kohle, und über die Anwendung dieser Entdeckung auf telephonische Apparate zum Auffangen der Zeichen bei der drahtlosen Telegraphie. S. 341.

Referate:
R. Luther, Untersuchungen über umkehrbare photochemische Vorgänge. S. 343.

Tagesereignisse. S. 344.
Benekesche Preisstiftung. S. 344.

Personalien. S. 344.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über das elektrische Verhalten der Radiumstrahlen im elektrischen Felde.

Von Ernst Dorn.

Nachdem von Herrn Giesel die Ablenkung der Strahlung radioaktiver Substanzen durch den Magnet nachgewiesen war, konnte man in Analogie mit den Kathodenstrahlen auch eine Einwirkung des elektrischen Feldes erwarten.

Der thatsächliche Nachweis hierfür ist mir vor kurzem mit einer ziemlich primitiven Versuchsanordnung gelungen.

Die Konduktoren einer Influenzmaschine standen mit den Belegungen einer grossen Leydener Flasche und den Kugeln eines Funkenmikrometers in Verbindung. Durch Vermittelung eines Umschalters, dessen isolierende Teile aus Ebonit bestanden, waren an die Kugeln des Funkenmikrometers die beiden 6 cm im Durchmesser haltenden Platten eines Kohlrausch-Kondensators angeschlossen, sodass denselben eine wechselnde Ladung erteilt werden konnte.

Auf den Konduktoren wurden zwei Nähnadeln, mit den Spitzen gegeneinander gekehrt, befestigt.

Bei passender Entfernung derselben konnte man die Potentialdifferenz bis zur Entladung durch die (2—3 mm betragende) Funkenstrecke des Mikrometers steigern; verlangsamte man dann die Drehung ein wenig, so hielt sich die Potentialdifferenz nahe auf der der Schlagweite entsprechenden Höhe, ohne dass der Beobachter durch die überspringenden Funken belästigt wurde.

Eine grosse dünne Ebonitplatte blendete die an der Elektrisiermaschine auftretenden Lichterscheinungen ab.

Die radioaktive Substanz — etwa 0,5 g Brombaryum, von Herrn Giesel freundlichst geliehen — bedeckte mit 16 mm Durchmesser den Boden eines Aluminiumschälchens, welches in den oberen Teil eines massiven Bleicylinders eingelassen war.

Da der freie Abstand der Kondensatorplatten 14 mm betrug und ihr unterer Rand nur 13 mm oberhalb der strahlenden Substanz sich befand, entstand auf dem 2 cm oberhalb der Kondensatorplatten angebrachten *Ba Pt Cy*-Schirm ein heller Streifen, welcher den zwischen den Platten hindurchgegangenen Strahlen entsprach; Seitenlicht machte sich kaum bemerkbar.

Der Beobachter schob einen dunklen Papierstreifen soweit vor, dass die Lichterscheinung bis auf einen schmalen Rand verdeckt war, und suchte diejenige Kommutatorstellung, bei welcher dieser Rand breiter erschien. Dann wurde die Ladung auf beiden Kondensatorplatten geprüft. Der die Elektrisiermaschine drehende Gehilfe, welcher von der Handhabung des Kommutators nicht unterrichtet war, konnte auch die Lichterscheinung sehen; seine jedenfalls unbefangenen Angaben deckten sich ausnahmslos mit denen des Beobachters.

Diejenige Platte des Kondensators, nach welcher der Lichtschein hinwanderte, erwies sich stets als positiv; die Ablenkung erfolgt also in demselben Sinne wie bei den Kathodenstrahlen.

Es könnte der Einwand erhoben werden, dass die Veränderung der Lichterscheinung mit den Radiumstrahlen gar nichts zu thun habe, sondern durch rein elektrische Vorgänge hervorgerufen sei.

Zunächst konnte aber nie ein Leuchten wahrgenommen werden, wenn die Elektrisiermaschine in Abwesenheit der radioaktiven Substanz in Thätigkeit gesetzt wurde.

Ferner wiederholte ich den Hauptversuch mit dem gleichen Erfolge, nachdem ich die dem Kondensator zugewendete Rückseite des

Leuchtschirmes mit einer zur Erde abgeleiteten Metallbelegung versehen hatte, die oberhalb der Kondensatorplatten aus Aluminiumfolie von 0,003 mm Dicke, im übrigen aus Staniol bestand.

Die oben beschriebenen Versuche sind in der Zeit vom 24. Februar bis 9. März angestellt und eine Mitteilung darüber unter dem 11. März in den Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle in Druck gegeben.

Inzwischen hat Herr Becquerel messende Beobachtungen über den gleichen Gegenstand der Pariser Akademie unter dem 26. März vorgelegt.[1])

Unter der — wahrscheinlich wenigstens angenähert richtigen — Voraussetzung, dass die von ihm gewonnenen Zahlenwerte auch für meine Versuche gültig sind, habe ich die zu erwartende Verschiebung des Bildes bei diesen berechnet.

Die Radiumstrahlen mögen betrachtet werden als elektrisch geladene, mit grosser Geschwindigkeit sich bewegende Massen.

In Anlehnung an die Betrachtung des Herrn Lenard[2]) werde das Feld auf der Strecke c zwischen den Kondensatorplatten konstant gleich F, ausserhalb derselben gleich Null angenommen.

Die Ablenkung eines Strahles, der senkrecht zu den Kraftlinien eintritt und in einem Abstande ξ vom Kondensator auf einem zu seiner ursprünglichen Richtung senkrechten Schirm aufgefangen wird, findet man leicht:

$$y = \frac{\varepsilon F}{v^2 \mu}\left[\frac{c^2}{2} + c\xi\right],$$

wenn bedeutet

μ die Raumdichte der bewegten Massen,
ε die Raumdichte der elektrischen Ladung auf denselben,
v die Geschwindigkeit der Bewegung.

Herr Becquerel erhielt nun $\mu v/\varepsilon = 1600$, $v = 1{,}6 \cdot 10^{10}$ *cm/sec*.

Der Schlagweite von 3 mm zwischen Kugeln von 1 cm Durchmesser entspricht nach Herrn Paschen die Potentialdifferenz 38,94 in elektrostatischem Masse, also, da die Kondensatorplatten 1,4 cm von einander entfernt waren, die Feldstärke $38{,}94/1{,}4 = 27{,}82$ elektrostatisch, welche Zahl zur Reduktion auf das elektromagnetische Masssystem noch mit 3×10^{10} zu multiplizieren ist.

Setzt man endlich noch $c = 6$ cm, $\xi = 2$ cm, so findet man

$$y = 0{,}98 \text{ cm}.$$

Indessen übersieht man leicht (am bequemsten mit Hülfe einer Zeichnung), dass wegen der nur 1,4 cm betragenden Entfernung der Kondensatorplatten ein grosser Teil der Strahlen von der positiven Platte aufgefangen wird.

Mit Hülfe einer in ihren Grundlagen einfachen, aber in der Ausführung etwas umständlichen Rechnung habe ich unter Berücksichtigung der schief einfallenden Strahlen gefunden, dass die Verschiebung der Bildränder 0,33 cm an der negativen und 0,24 cm an der positiven Seite betragen müsste.

Die Lichterscheinung auf dem Schirm konnte nur mit ausgeruhtem Auge im vollkommen verdunkelten Zimmer beobachtet werden. Unter diesen Umständen ist es äusserst schwierig, quantitative Angaben zu machen; indessen schien die beobachtete Verschiebung 2—3 mm zu betragen, mit der später durchgeführten Rechnung wenigstens der Grössenordnung nach in Übereinstimmung.

Es ist mir gelungen noch in einer anderen Hinsicht eine Ähnlichkeit im Verhalten der Radium- und Kathodenstrahlen festzustellen.

In Analogie mit der von Herrn Lenard (Wied. Ann. 65, 1898, S. 509 oben) mitgeteilten Beobachtung sollte man eine Zunahme der Helligkeit der Fluorescenz erwarten, wenn Radiumstrahlen sich gegen die Kraftlinien eines elektrostatischen Feldes bewegen, bei umgekehrter Richtung eine Abnahme.

Der Versuch wurde in der Weise angestellt, dass aus der oben beschriebenen Anordnung der Kohlrausch-Kondensator entfernt und an den Umschalter einerseits der unten mit der Metallbelegung versehene Leuchtschirm, andererseits das die radioaktive Substanz enthaltende, oben mit Aluminiumfolie überdeckte Metallgefäss angeschlossen wurde, sodass der Schirm sich 3 bis 5 cm über der Folie befand.

Der Erfolg entsprach der Voraussicht.

Halle, 14. April 1900.

(Eingegangen 17. April 1900.)

1) H. Becquerel, Comptes rendus, T. 130, S. 809, 1900.
2) Lenard, Wied. Ann. 64, S. 279, 1898.

Über photoelektrische Kathodenstrahlen.[1])

Von Ernest Merritt und Oscar M. Stewart.

Die neueren Untersuchungen haben gezeigt, dass die Kathodenstrahlen, wie bekanntlich die photoelektrische Entladung, in der Emission negativer Ionen ihre Ursache finden. Bei atmosphärischem Druck bewegen sich die Ionen, die von einem bestrahlten negativ geladenen Metall emittiert werden, verhältnismässig langsam: sie zeigen also keine grosse Ähnlichkeit

1) Erscheint demnächst ausführlich in Phys. Rev.

mit den Kathodenstrahlen. Die Geschwindigkeit der Ionen nimmt aber bei abnehmendem Drucke zu. Dieses von Rutherford[1]) direkt nachgewiesene Verhalten der Ionen wurde auch durch die früheren Versuche von Righi[2]) angedeutet, da er bei niedrigem Drucke fand, dass die Bahn der Ionen von den Kraftlinien abwich und sich der Normalen zu der geladenen Oberfläche näherte. Das Verhalten der Ionen bei niedrigem Druck erinnert also an das Verhalten der Kathodenstrahlen. Betrachtet man den hemmenden Einfluss des magnetischen Feldes auf die photoelektrische Entladung, so tritt noch eine weitere Ähnlichkeit zwischen den beiden Erscheinungen hervor. Die Herren Elster und Geitel[3]) haben darauf aufmerksam gemacht, dass eine solche Einwirkung des magnetischen Feldes infolge einer Ablenkung der Ionen zu erwarten wäre. Die Erscheinung könnte also als das Analogon der magnetischen Ablenkung der Kathodenstrahlen angesehen werden. Ist diese Erklärung die richtige, so hat das Verhältnis e/m, nach den Versuchen von Herrn J. J. Thomson,[4]) ungefähr denselben Wert, wie bei den negativ geladenen Teilchen der Kathodenstrahlen.

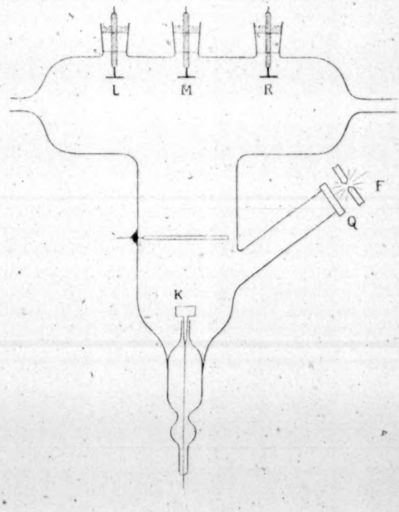
Die oben erwähnten Betrachtungen haben uns zu der Vermutung geführt, dass die Bestrahlung einer negativ geladenen Oberfläche bei genügend geringem Druck im stande sei, wahre Kathodenstrahlen zu entwickeln. Wir haben uns deshalb bemüht, das Vorhandensein der bekannten Eigenschaften der gewöhnlichen Kathodenstrahlen auch bei der photoelektrischen Entladung experimentell nachzuweisen. Bis jetzt ist es uns gelungen, sowohl die magnetische und elektrostatische Ablenkung der photoelektrischen Kathodenstrahlen, wie auch die durch sie erregte Ionisierung der Luft, festzustellen. Wahrscheinlich wegen der geringeren Intensität der Strahlen haben wir bisher keine sichtbare Fluorescenz beobachten können.

Magnetische Ablenkung.

Vermittelst einer Trockensäule wurde die aus amalgamiertem Zink bestehende Kathode K des Vakuumrohres bis zu einem negativen Potential von 100 bis 1500 Volt geladen. Kurzwelliges Licht von der Funkenstrecke F, durch die Quarzplatte Q in das Rohr hinein tretend, bestrahlte die polierte Oberfläche der Kathode. Als Anode diente ein abgeleiteter Ring aus Aluminium, welcher sich etwa 3 cm oberhalb der Kathode befand.

1) Camb. Phil. Soc. Proc. 9, S. 401, 1898.
2) Acc. dei Lincei 6, p. 81. Beiblätter 14, S. 1167.
3) Wied. Ann. 41, S. 166.
4) Phil. Mag. 48, S. 547, 1899.

Wurde nun die Kathode bestrahlt, so erhielt die Elektrode M eine negative Ladung. Ein magnetisches Feld, dessen Kraftlinien senkrecht zur Bahn der Ionen standen, setzte die Ladungsgeschwindigkeit herab. Bei genügender Feldstärke war eine Ladung des M nicht mehr wahrzunehmen. Diese Einwirkung des magnetischen Feldes ist schon früher von Herrn J. J. Thomson beobachtet worden. Sie findet zwar ihre einfachste Erklärung in der von Thomson gemachten Annahme einer Ablenkung der Ionen, könnte aber auch als Folge einer Herabsetzung der entladenden Wirkung



des Lichtes angesehen werden. Es liess sich aber leicht zeigen, dass das von uns gebrauchte relativ schwache Feld keinen merklichen Einfluss auf den photoelektrischen Strom ausübte.

Einen einwandsfreien Beweis für die magnetische Ablenkung der photoelektrischen Kathodenstrahlen liefert die Thatsache, dass die auf L oder R erhaltene Ladung unter Einwirkung des magnetischen Feldes zunahm. Um diese Wirkung deutlich zu zeigen, musste die Feldstärke einen bestimmten Wert besitzen, welcher vom Potential der Kathode abhängt. Bei passender Feldstärke wurde die auf M erhaltene Ladung verkleinert, während zu gleicher Zeit die auf L erhaltene Ladungsstärke zunahm. Bei Umkehrung der Feldrichtung blieb das Verhalten von M ungeändert, es befand sich aber die stärkere Ladung nicht auf L, sondern auf R. Bei zunehmender Feldstärke nahm die

Ladung von *L* bezw. *R* wieder ab, wohl weil die Strahlen jetzt zu stark abgelenkt wurden. Die Richtung der Ablenkung stimmte mit der der gewöhnlichen Kathodenstrahlen überein. Die Ablenkung war auch von derselben Grössenordnung als diejenige der Kathodenstrahlen. Bei hoher Spannung der Kathode erwiesen sich die photoelektrischen Strahlen „steifer" als bei niedriger Spannung.

Ionisierung der Luft.

Die Kathodenstrahlen besitzen bekanntlich die Fähigkeit, die Luft und andere Gase elektrisch leitend zu machen, mit anderen Worten zu ionisieren. Um festzustellen, dass die photoelektrischen Strahlen dieselbe Fähigkeit besitzen, kommt es hauptsächlich darauf an, das Vorhandensein positiver Ionen nachzuweisen. Dass negative Ionen vorhanden sind, ist schon bekannt, denn solche sind die Träger der photoelektrischen Entladung.

Als Elektrode in diesen Versuchen diente statt *M* ein sorgfältig isolierter Draht *D*, welcher von einem Messingcylinder *C* umgeben war. Die photoelektrischen Strahlen durchstrahlten den Zwischenraum zwischen *C* und *D*. Stand *C* in Verbindung mit der Erde, so erhielt *D* eine kleine negative Ladung, welche in kurzer Zeit nach Beginn der Bestrahlung ihren Maximalwert erreichte. Der kleine Wert des Maximalpotentials liefert schon einen Beweis, dass positive Ionen vorhanden waren. Denn ohne die entladende Wirkung positiver Ionen wäre das Potential des Drahtes am Ende gleich dem der Kathode geworden.

Bei konstanter positiver Ladung des Cylinders erhielt *D* unter Einwirkung der photoelektrischen Strahlen eine positive Ladung. Es liess sich leicht zeigen, dass diese Ladung nicht durch mangelhafte Isolierung verursacht wurde. Sie konnte also nur von der leitend gewordenen Luft getragen werden, und zwar von positiven Ionen. Wurde *C* negativ geladen, so kehrte sich der Strom zwischen *C* und *D* um. Wurden die photoelektrischen Strahlen durch Einwirkung eines Magneten abgelenkt, so hörte der Strom sofort auf. Die Leitfähigkeit der Luft rührte also nicht von der Diffusion derjenigen Ionen, welche in anderen Teilen des Rohres erzeugt wurden, sondern vielmehr von der direkten Einwirkung der photoelektrischen Strahlen her.

Elektrostatische Eigenschaften.

Im Laufe der Experimente über die Leitfähigkeit der Luft haben wir eine Reihe von Versuchen ausgeführt, welche das Ziel hatten, die Beziehung zwischen Stromstärke und Spannung festzustellen. Bei der elektrolytischen Leitung der Gase wächst bekanntlich die Stromstärke nicht so rasch wie die elektromotorische Kraft, sondern sie nähert sich bei zunehmender Spannung einem Grenzwert. Wir hatten das nämliche Verhalten in dem hier betrachteten Fall erwartet. Ein ähnliches Verhalten wurde auch in der That beobachtet, aber in etwas komplicierter Form. Wurde nämlich *C* stark negativ geladen, so war der Strom zwischen *C* und *D* kleiner als der Strom, welcher bei niedriger Spannung beobachtet wurde. Betrug z. B. der Potentialunterschied zwischen *C* und *D* ca. 1000 Volt, so war der Strom um die Hälfte kleiner als bei einer Spannung von nur 100 Volt. Dies überraschende Verhalten ist leicht erklärlich, wenn man die elektrostatischen Kräfte berücksichtigt. Die negativ geladenen Teilchen, welche die photoelektrischen Strahlen bilden und die Ionisierung des Gases verursachen, werden von dem negativ geladenen Cylinder *C* abgestossen. Infolgedessen war die Anzahl der Teilchen, die in die Nähe von *C* und *D* gelangen, kleiner bei hoher Spannung des Cylinders als bei niedriger Spannung desselben. Eine kleinere Leitfähigkeit des Gases wäre also im ersten Fall zu erwarten.

(Eingegangen 24. April 1900.)

Über Metallkrystallisation, hervorgerufen durch die elektrische Überführung gewisser Metalle in destilliertem Wasser.[1]

Von Thomas Tommasina.

Bei der Wiederaufnahme des Studiums der im vorigen Jahre von mir beschriebenen Bildung von Ketten elektrolytischer Niederschläge beobachtete ich vor kurzem den rein krystallinischen Charakter einiger dieser Niederschläge.

Die gewählte Anordnung ist sehr einfach: Die Elektroden bilden zwei Platten aus dem Metall, dessen Niederschlag man erhalten will. Die Kathode, von einer dünnen, zweimal im entgegengesetzten Sinne rechtwinkelig gebogenen Platte gebildet, taucht teilweise in einen gläsernen Behälter voll destillierten Wassers ein. Die Anode, die ein Draht oder auch eine dünne Platte sein darf, verjüngt sich an dem einen Ende in eine Spitze, und wird an dem anderen Ende an einem leicht verstellbaren Stativ so befestigt, dass man sie ins Wasser bis zur Berührung mit der Kathode eintauchen und ohne Erschütterung wieder herausziehen kann. Um die Niederschläge während ihrer Bildung leicht mit der Lupe beob-

1) C. R. vom 5. Februar 1900.

achten zu können, sind die Wände des Behälters parallel. Die beiden Elektroden sind mit den Klemmen eines Kommutators verbunden, damit man die Richtung des Stromes schnell und ohne Erschütterung wechseln kann. Als Batterie genügen drei geladene Akkumulatoren; man muss aber, um die Stromstärke auf mindestens 1 Milliampère herabdrücken zu können, einen genügend starken Widerstand einschalten. Um schliesslich jede Spur von Oxyd oder Säure auf den Platten zu vermeiden, habe ich diese immer wieder mit Feile und Messer geglättet und dann noch in destilliertem Wasser abgewaschen. Sind die Platten ganz rein, so tritt der Niederschlag sofort nach der Berührung ein und zwar stets in baumartig verästelter Form. Einen scharf ausgeprägten und selbst dem blossen Auge sichtbaren krystallinischen Niederschlag erhält man am besten im destillierten Wasser mit Zinkelektroden. Unter dem Mikroskope sieht man deutlich die dreieckigen oder rhomboiden Flächen der Metallkrystalle des Zinks. Sie haben einen äusserst lebhaften Glanz, ähnlich gut polierten Silberflächen. Die meisten Krystalle haben eine lamellare Gestalt und sind angeordnet wie Schuppen oder wie Blätter von Pilzen, wie Nadeln, stark in die Länge gezogene Prismen oder wie rechtwinkelige Lamellen, die mit einer Grundfläche an einem Punkte aufsitzen und sich fächerförmig ausbreiten.

Während der Überführung des Metalles bemerkt man keine sichtbare Spur eines freiwerdenden Gases. Nach einer gewissen Zeit indessen oxydieren sich die Platten und der Niederschlag nimmt nicht mehr zu. Dann tritt, ausgehend von der Kathode, eine Entwickelung von Gasblasen auf.

Nimmt man die Anodenplatte aus dem Wasser heraus und taucht sie nach einer Reinigung wieder ein, so beginnt sofort die Bildung des Niederschlages, während die Gasentwicklung aufhört.

Kupfer giebt zweierlei Niederschläge, einen roten und einen schwarzen. Silber giebt auch baumartige Niederschläge; seine Krystalle indessen sind kleiner und weniger glänzend wie die von Zink. Einigemale beobachtete ich zwischen den beiden Elektroden in Form einer Säule eine Art von Nebel, in dem man mit dem Mikroskope ganz kleine Metallkrystalle bemerken konnte. Die baumartigen Niederschläge bilden sich, falls dieser Nebel auftritt, in dessen Innern bedeutend schneller.

Ich stellte fest, dass in der Nebelsäule Ketten kleiner polarisierter Krystalle entstehen, die einen sehr biegsamen Leiter darstellen. Aluminium giebt überhaupt keinen sichtbaren Krystallniederschlag; indessen zeigt es eine ihm eigentümliche interessante und merkwürdige Erscheinung. Es bildet einen baumartigen Niederschlag von Gasblasen, die polarisiert und starr erscheinen und sich gegenseitig durchflechten, gerade wie man es bei den eben beschriebenen Metallkrystallisationen beobachtet. Ich konnte noch nicht feststellen, ob diese polarisierten Blasen Aluminium in ganz fein verteiltem Zustande enthalten.

Ich bin aber der Ansicht, dass diese Beobachtungen durch ihre Art und ihre einfache Versuchsanordnung neue Grundthatsachen zu Untersuchungen über die Ionenbewegung und über Mass und Schnelligkeit derselben liefern können. Vielleicht lassen sie sich zur Aufhellung gewisser Punkte der osmotischen Theorie der Zelle verwerten, vorausgesetzt, dass die auf Grund der Van't Hoffschen und Pfefferschen Messungen aufgestellten Gesetze sich umso besser bewahrheiten, je verdünnter die Lösungen sind.

(Aus dem Französischen übersetzt von B. Agricola.)

(Eingegangen 6. April 1900.)

Über die Selbstentfrittung der Kohle, und über die Anwendung dieser Entdeckung auf telephonische Apparate zum Auffangen der Zeichen bei der drahtlosen Telegraphie.

Von Thomas Tommasina.

In einer Mitteilung an die Pariser Akademie der Wissenschaften, vom 13. März 1899, habe ich einen sehr empfindlichen Kohlenkohärer beschrieben, der durch einfache Stromunterbrechung, ohne Erschütterung, die durch die Wirkung der Wellen auf seinen Stromkreis angenommene Leitfähigkeit verliert. Die beobachtete Entstehung von Ketten aus Kohlenkörnern hatte mich zu diesem Resultate gelangen lassen.

Neue Versuche auf diesem Gebiete, die mich gegenwärtig beschäftigen, haben mich zur Entdeckung einer Thatsache geführt, die bisher meines Wissens noch nicht mitgeteilt ist. Es ist das die Selbstentfrittung eines gewissen Kohlenstaubes. Unter Selbstentfrittung verstehe ich das sofortige Verschwinden des nach der Wirkung einer Hertzschen Welle eintretenden Zusammenhängens der Körner, wenn keinerlei Einfluss dabei mitwirkt, auch kein elektrischer, wie etwa das Unterbrechen des Stromes, von dem ich oben gesprochen habe.

Der Kohlenstaub, dessen ich mich bediente, ist der in den Mikrophonen der Schweizerischen Telephonstationen verwendete. Ich hatte eine sehr kleine Menge davon zwischen zwei cylindrische Kohlenstäbe von 5 mm Durchmesser gebracht, die mit sanfter Reibung in ein Glas-

rohr hineingesteckt waren. Man konnte so leicht den Staub mehr oder weniger zwischen den rechtkantig abgeschnittenen und polierten Kohlenstäben zusammenpressen.

Nach vielen Versuchen gelang es, selbstthätige Entfrittung zu erzielen, aber sehr unregelmässig; denn man musste noch sehr oft zu einer Erschütterung oder zur Stromunterbrechung seine Zuflucht nehmen. Da ich annahm, dass die Trägheit des Relais die Ursache dieses unregelmässigen Verhaltens sei, und da ich ferner dachte, das Relais und die zweite Batterie würden vollständig überflüssig sein, wenn es gelänge, eine automatische Entfrittung, ohne Hülfe einer Erschütterung, oder sonst einer Einwirkung zu erzielen, so entfernte ich beides aus meiner Anordnung. An ihrer Stelle habe ich einfach einen gewöhnlichen telephonischen Empfänger in den Stromkreis des Kohärers eingeschaltet. Das Ergebnis dieser Änderung war sehr günstig; es traten Kohärerwirkungen nur noch während einiger Sekunden oder Bruchteilen einer Sekunde auf, die dann immer ohne Erschütterung verschwanden.

Ich kam dann auf den Gedanken, einen Kohärer von besonderer Form zu konstruieren, der in der Telephonhülle selbst untergebracht werden konnte: Aus einer Ebonitplatte von 2,5 mm Dicke schnitt ich ein Rechteck von 12×15 mm aus, bohrte in seiner Mitte eine cylindrische Öffnung von 2 mm Durchmesser recht sauber aus und machte mit der Feile auf der Mittellinie jeder der beiden Rechtecksflächen parallel ihrer längeren Seite eine Rinne. Ein mit Seide umsponnener Neusilberdraht von 2 mm Dicke wurde durch die Öffnung geschlungen, in die Rinnen gelegt und auf der Aussenseite um sich selbst zusammengedreht. Ein zweiter gleichartiger Draht wurde in derselben Weise dem ersten gegenüber befestigt. Die beiden Drähte wurden vorher abgeschabt und blank geputzt, soweit sie in der cylindrischen Öffnung verliefen. Diese wurde auf der einen Seite durch ein gut auf das Ebonit aufgekittetes Stück Glimmer geschlossen und alsbald fast vollständig mit gut getrocknetem Kohlenstaub gefüllt. Eine zweite Glimmerscheibe wurde in derselben Weise auf der zweiten Seite des Apparates festgemacht, der so einen Kohärer bildete. Seine Elektroden waren die beiden Neusilberdrähte, die bei einem gegenseitigen Abstand von ca. 1 mm durch den Kohlenstaub in Kontakt standen. Ich nahm dann den Deckel eines telephonischen Empfängers ab, schnitt den Draht des einen Elektromagneten durch und schaltete den Kohärer in seinen Stromkreis ein, indem ich ihn so befestigte, dass er die vibrierende Membran nicht berührte.

Nach einigen Versuchen arbeitete der Apparat aufs Vollkommenste mit einem einzigen galvanischen Element und zeigte sich ebenso empfindlich, wenn nicht empfindlicher, wie die besten Metallpulverkohärer mit Metallelektroden. Allgemein bewirkt der Kontakt zwischen Kohle oder zwischen Metall und Kohle die Selbstentfrittung. Denn man erhält solche selbstentfrittenden Kohärer von mehr oder weniger grosser Empfindlichkeit, wenn man den Neusilberdraht durch Silber-, Platin-, Gold- oder sonstigen Metalldraht ersetzt, ja auch, wie ich weiter oben gezeigt habe, mit Kohleelektroden, zwischen die Kohlestaub gebracht ist; schliesslich auch mit Kohleelektroden bei zwischen gebrachtem Metallpulver. Aber da, wie oben erwähnt, bei dem Kohärer mit Kohlestaub die Zwischenhöhlung fast vollständig ausgefüllt war, so wirkt dieser Empfänger gleichgut in allen Stellungen. Hält man das Ohr an das so abgeänderte Telephon, so hört man bei jedem Funken des Oscillators ein sehr deutliches Knacken, welches auch im übrigen die Geschwindigkeit der Zeichen sei.

Das Kohlepulver an Stelle des Metallfeilichts giebt, abgesehen von dem unschätzbaren Vorteile der Selbstentfrittung, dem Kohärer eine Dauerhaftigkeit, die ihm ein unbedingt zuverlässiges Funktionieren sichert, auch mit einem so starken Strom, wie er von drei hintereinandergeschalteten Akkumulatoren geliefert wird. Das lässt mich hoffen, es werde gelingen, die Zeichen durch einen direkt in den Stromkreis des Kohärers eingeschalteten Morseapparat aufzuzeichnen; eine Anordnung, welche vielleicht das Problem einer schnellen Übertragung von Zeichen durch Hertzsche Wellen zu seinem Endziel bringen würde.

Die Empfindlichkeit des Telephonkohärers ändert sich in umgekehrtem Sinne, wie der Abstand der Elektroden in dem Hohlraum und wie die Zahl und Grösse der Staubkörner. Der Apparat, welcher für seinen Betrieb nur ein Taschentrockenelement bedarf, wird vielleicht im Kundschafterdienste der Armee nützliche Verwendung finden.[1])

Abgesehen von diesem unleugbaren praktischen Nutzen scheint mir die Selbstentfrittung der Kohle die Schlussfolgerungen über das Kohärerphänomen zu bestätigen, die ich in C. R. vom 3. Juli 1899 veröffentlicht habe.

1) Das Patent auf den Apparat ist Eigentum des Herrn Dr. Paul Galopin, Rue de Holland 12, Genf.

(Aus dem Französischen übersetzt von Hermann Th. Simon.)

(Eingegangen 18. April 1900.)

REFERATE.

Wissenschaftl. Photographie.

Besorgt von Prof. Dr. **R. Abegg.**

R. Luther, Untersuchungen über umkehrbare photochemische Vorgänge. Habilitationsschrift Leipzig, Ostw. Ztschr. **30**, 628, 1899 und Arch. wiss. Phot. **2**, 35 u. 59, 1900.

Durch die wertvollen Untersuchungen Luggins[1]) war bereits nachgewiesen worden, dass die Belichtung von Halogensilberelektroden bestimmte Gleichgewichtspotentiale erzeugt, welche ein Mass der Belichtungsintensität sind. Dass diese Potentiale bestimmte Drucke resp. Konzentrationen von durch Licht abgespaltenem Halogen repräsentieren, ist auch bereits von Luggin ausgesprochen worden, wenn auch in Zweifel gezogen wurde, ob die Abspaltung des Halogens durch das Licht als umkehrbar derart anzusehen sei, dass sich im Dunkeln das ursprüngliche Halogensilber wieder zurückbilde.[2]) Luther greift das Problem zunächst so an, dass er Platten mit einer Belegung von bindemittelfreiem Chlor- und Bromsilber, und bespült von Halogenlösungen verschiedener bekannter (sehr kleiner) Konzentrationen, längere Zeit durch ein Röhrenphotometer mit möglichst konstantem Tageslicht belichtet, sodass unter den verschiedenen Röhren verschiedene Lichtintensitäten lange genug gewirkt hatten, um den ihnen entsprechenden Gleichgewichtszustand zu erzeugen. So erschienen jedesmal bis zu einer gewissen Minimalintensität sichtbare Schwärzungen, während die geringeren Intensitäten das Halogensilber unverändert gelassen hatten. Dass dieser Zustand einem wirklichen Gleichgewichtszustand entsprach, wurde einerseits dadurch erwiesen, dass durch Entwicklung die Anzahl der Flecken nahezu unverändert blieb, andererseits dadurch, dass eine ohne Halogenlösung bis zum Erscheinen aller Photometernummern vorbelichtete Platte bei Belichtung im Kontakt mit der Halogenlösung dieselbe Zahl von geschwärzten Flecken aufwies, wie eine nicht vorbelichtete Platte bei gleicher Exposition.

So wurden folgende Resultate gefunden:

	Chlorsilber/Chlor			Bromsilber/Brom		
Bruchteil der klaren oder schwach bewölkten Himmelshemisphäre, dessen senkrechtes Licht um Mittag herum im Sommer zur Belichtung dient	3 Millionstel	8 Millionstel	16 Millionstel	45 Millionstel	180 Millionstel	360 Millionstel
Konzentration des Halogens, welche der obigen Lichtstärke das Gleichgewicht hält	$^1/_{10}$ Millimol pro Liter	1 Millimol pro Liter	10 Millimol pro Liter	$^1/_{10}$ Millimol pro Liter	1 Millimol pro Liter	10 Millimol pro Liter
Druck des gasförmigen Halogens, welcher der obigen Lichtstärke das Gleichgewicht hält	$^1/_{1000}$ Atm.	$^1/_{100}$ Atm.	$^1/_{10}$ Atm.	—	—	—

Nachdem so die Umkehrbarkeit der photochemischen Wirkung erwiesen war, wurde zur Charakterisierung des Lichtwirkungsproduktes ermittelt, welches Halogenpotential nötig ist, um das geschwärzte Halogensilber auszubleichen. Variable Halogenpotentiale von genügender Kleinheit wurden durch Gemische veränderlicher Zusammensetzung von Kaliumchromat, Chromsulfat, Säure und Halogenionen erhalten und durch eine Platinelektrode (gegen Normalelektrode) gemessen. Es ergab sich, dass das zum Ausbleichen des Chlorsilbers erforderliche Chlorpotential 1,44 Volt, das des Broms zum Bleichen des Bromsilbers 1,14 Volt im Dunkeln übersteigen muss, und zwar fand sich das wichtige Resultat, dass die gleichen „Bleichlösungen" ebenso wohl das latente unsichtbare, wie das durch direkte Schwärzung wahrnehmbare Bild entweder völlig zerstörten, oder völlig intakt liessen, sodass geschlossen werden muss, dass die Substanz des sichtbaren und des latenten Bildes (beide natürlich in unentwickeltem Zustande) identisch ist, das latente Bild also nur wegen der geringen Menge des gebildeten Lichtreduktionsprodukts nicht wahrnehmbar ist.

Das Gleichgewichtspotential des Halogens im Dunkeln ist nun von demjenigen Halogenpotential abzuziehen, welches gemäss obiger Tabelle von einer Lichtintensität gerade überwunden wird, um die maximale chemische Arbeit zu erhalten, die von dieser Lichtintensität bei Herstellung des photochemischen Gleichgewichts geleistet wurde. Die Zahlen wurden (in Volt) dadurch erhalten, dass ebenso wie vorher die Bleichlösungen, auch die Halogenlösungen (mit Platinelektroden gegen Normalelektrode) gemessen wurden, welche während der Belichtungen die Halogensilberschichten bespülten. Die so erhaltenen Kurven, welche die Halogenpotentiale (in Volt) als Funktion der sie erzeugenden Lichtintensitäten darstellen, haben eine sehr auffällige Form, da sie für die untersuchten Lichtintensitäten Variationen des Chlorpotentials von 1,58 bis 1,67 Volt und des Brompotentials von 1,26 bis 1,37 Volt geben, also

1) Luggin, Ostw. Ztschr. **23**, 577. 1897. Bihg. Svensk. Akad. **25**, I No. 1. 1899.

2) Eders Jahrb 1898, S. 164.

rund je 0,1 Volt. Die für die geringsten Lichtintensitäten gefundenen Potentiale liegen aber bereits mehr als 0,1 Volt vom Dunkelpotential entfernt, trotzdem die geringste Lichtintensität nur etwa $^1/_{30}$ der grössten beträgt. Darnach wäre der photochemische Effekt des ersten $^1/_{30}$ der Lichtintensität ebenso gross, wie der der folgenden $^{29}/_{30}$ zusammen. Es erscheint dem Referenten sehr wünschenswert, die Messungen auf dieses Gebiet kleinster Lichtintensitäten auszudehnen, da nach den Erscheinungen der photochemischen Induktion und vielen verwandten Erfahrungen viel eher eine vielmals kleinere als eine vielmals grössere photochemische Wirkung geringer Lichtintensitäten zu erwarten ist. Aus diesem Grunde dürften alle auf die Form der Funktion zwischen Lichtintensität und Halogenpotential bezüglichen Erwägungen noch mit Vorbehalt aufzunehmen sein, insbesondere da sie weder mit Messungen von Luggin noch mit der weiterhin zu besprechenden Theorie des Verfassers selbst im Einklang stehen.

Der Betrag des Gleichgewichtshalogenpotentials der lichtgeschwärzten Silberhaloide wurde ferner zur Ermittelung der chemischen Natur des Schwärzungsproduktes benutzt. Es ergab sich nämlich, dass das Halogenpotential (gemessen an einer Platinelektrode) in einer Flüssigkeit mit bekannter Menge feinverteilten Silbers dann die für die Bleichlösungen (1,44 resp. 1,14 Volt) gefundenen Werte sprungweise erreichte, nämlich 1,45 resp. 1,20 Volt, wenn gerade die Hälfte der dem Silber äquivalenten Menge Halogen zugesetzt worden war. Die Halogenpotentiale entsprechen somit den Verbindungen Ag_2Cl und Ag_2Br, einem Silbersubchlorid und -subbromid, welche demnach in den bindemittelfreien Platten als die Substanz sowohl des latenten Bildes wie des direkt sichtbaren Schwärzungsproduktes anzusehen sind. Der Verlauf der Halogenpotential-Kurven vor und nach dem Sprung erweist durch seine Horizontalität (Konstanz der Halogendissociationsspannungen über Subhaloid und normalen Haloid) überdies, dass keine festen Lösungen der normalen und Subhaloide sich bilden. Der Verfasser bezeichnet übrigens die letzteren Messungen als vorläufige, und teilt demnach auch die genannten wichtigen Schlüsse über die Natur des Lichtwirkungsproduktes mit aller Reserve mit, da gegen die Existenz der Subhaloide wichtige Bedenken vorliegen.

Die Versuche, eine Umkehrbarkeit der photochemischen Lichtwirkung derart zu erweisen, dass durch Halogenbehandlung des Lichtreduktionsproduktes eine Lichtstrahlung zurückgewonnen würde, blieben bisher ohne Erfolg.

Der zweite Teil der Lutherschen Abhandlung bezweckt, auf der von Boltzmann, Galitzine und W. Wien entwickelten Theorie der Strahlungsenergetik fussend, eine allgemeine Theorie der umkehrbaren photochemischen Wirkungen abzuleiten. Es werden die anschaulichen Begriffe von Strahlungskonzentration, Strahlungsdruck und Lösungsvermögen für Strahlung eingeführt, welche sämtlich Temperaturfunktionen sind, und es wird durch Betrachtung eines geeigneten Kreisprozesses mittels Wänden, die Substanz aber nicht Strahlung durchlassen, gezeigt, dass ein chemisches Gleichgewicht zwischen Stoffen von verschiedenem Lösungsvermögen für strahlende Energie durch Bestrahlung in dem Sinne verschoben werden muss, dass sich ein Teil der Komponenten mit niederer Strahlungskapazität in solche mit höherer umwandelt. Diese letztere, das Lösungsvermögen für Strahlung, ist eine Funktion des Brechungskoeffizienten für die betr. Strahlung. Darin liegt gleichzeitig die allgemeine Bedingung für die Lichtempfindlichkeit eines chemischen Gleichgewichts, die demnach an eine Verschiedenheit der Strahlungslöslichkeit in den Komponenten des Gleichgewichtssystems gebunden ist. Die nähere Ausführung dieser Gedanken ist im Original einzusehen.

R. Abegg.

(Eingegangen 31. März 1900.)

Tagesereignisse.

Benekesche Preisstiftung.

Für das Jahr 1903 stellt die Fakultät folgende Preisaufgabe:

Es wird auf experimenteller Grundlage eine kritische Untersuchung solcher komplexer chemischer Verbindungen gewünscht, welche sich durch die gewöhnlich angenommenen Wertigkeitsbeziehungen nicht oder nur gezwungen erklären lassen. Die Untersuchung hat namentlich Rücksicht darauf zu nehmen, wie weit bei der Bildung solcher Verbindungen das Auftreten von Molekularadditionen eine Rolle spielt und ob es möglich ist, von den komplexen Verbindungen eine abgerundete Systematik zu schaffen.

Bewerbungsschriften sind in einer der modernen Sprachen abzufassen und bis zum 31. August 1902 auf dem Titelblatt mit einem Motto versehen, an uns einzusenden, zusammen mit einem versiegelten Briefe, der auf der Aussenseite das Motto der Abhandlung, innen Namen, Stand und Wohnort des Verfassers anzeigt.

Der erste Preis beträgt 3400 Mk., der zweite 680 Mk.

Die Zuerkennung der Preise erfolgt am 11. März 1903 in öffentlicher Sitzung der philosophischen Fakultät zu Göttingen.

Göttingen, den 28. März 1900.

Die philosophische Fakultät.
Der Decan. F. Leo.

Personalien.

Professor Boltzmann in Wien hat den an ihn ergangenen Ruf nach Leipzig angenommen.

Professor Eugen Meyer in Göttingen wurde zum Herbst als Professor der Mechanik an die technische Hochschule in Charlottenburg berufen.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.